

Artur FILIPOWICZ, Tadeusz BANASZEWSKI
Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

ODSIARCZANIE ODPADOWEGO MUŁU WĘGLOWEGO NA STOLE KONCENTRACYJNYM NOWEGO TYPU

Streszczenie. Stoły koncentracyjne są jednymi z najstarszych i najskuteczniejszych wzbogacalników stosowanych powszechnie w procesie oczyszczania złota, srebra i wzbogacania węgla, rud metali kolorowych oraz piasków szklarskich. Dotychczas stosowane konstrukcje stołów koncentracyjnych nie zapewniają osiągania wysokich wartości maksymalnego stosunku przyspieszeń płyty, przy ruchu w przeciwnych kierunkach. Badania na nowym typie stołu koncentracyjnego przeprowadzono w celu określenia najkorzystniejszych parametrów pracy, umożliwiających uzyskiwanie najlepszych efektów rozdziału. Dla ustalonych parametrów przeprowadzono dokładne badania wzbogacania odpadowych mułów węglowych. Jak wynika z tych badań, istnieje realna możliwość odzyskania kilkudziesięciu procent węgla o parametrach zawartości siarki i popiołu zbliżonych do parametrów produktu handlowego.

DESULFURIZATION OF WASTE COAL SLUDGE ON A NEW TYPE CONCENTRATING TABLE

Summary. A concentrating table is one of the oldest and most effective concentrator, widely used in a gold and silver cleaning process or for enriching of coal, non-ferrous metal ores or glass-making sand. The so far used designs of concentrating tables do not enable to achieve a maximal ratio of plate acceleration during reciprocating motions (acceleration difference directions). A research on a new type of concentrating table was carried out in order to find out most useful working parameters an exact research and testing of enriching waste coal dust were conducted. The findings of this research demonstrate that it is possible to retrieve a high percentage of coal having a sulphur and ash contents, close to those of a market product.

1. Wprowadzenie

W przeróbce surowców mineralnych stoły koncentracyjne stosowane są od przeszło 100 lat. Używa się ich głównie do wzbogacania srebra, złota, rud cynkowo-ołowiowych, węgla, piasków szklarskich [8,9,10,11].

Zaletą stołów koncentracyjnych jest wysoka sprawność rozdziału, prosta budowa, małe wymagania w trakcie eksploatacji. Ponadto wzbogacanie na stołach jest jedną z najtańszych operacji wzbogacania grawitacyjnego klasy 0.5÷6 mm [4]. W latach osiemdziesiątych w USA koszt wzbogacania mułu węglowego na stołach wahał się od 2 do 5 centów/tonę [10].

Poważną wadą stołów jest ich niewielka wydajność, wynosząca ok.12 t/h [7,8]. Wada ta jest jednak niwelowana przez stosowanie układów wielopoziomowych, w których łączna wydajność może osiągnąć wartość 350 t/h [8].

Najważniejszym kryterium decydującym o możliwości wzbogacania na tym urządzeniu jest różnica gęstości rozdzielanych materiałów. Dotychczasowe badania pracy stołów koncentrowały się na optymalizacji rodzaju pokrycia, ustaleniu typu rowkowania i kształtu płyty, a wpływowi kinematyki napędu na wyniki wzbogacania poświęcano bardzo mało uwagi.

Jak wynika z przeprowadzonych ostatnio badań [2,3,7], na efekty pracy stołu koncentracyjnego znaczący wpływ ma napęd wywołujący asymetryczne drgania płyty. W wyniku tych drgań na ziarna znajdujące się na stole działają siły bezwładności o wartości dodatniej lub ujemnej. W publikacjach dotyczących stołów koncentracyjnych sprawa wpływu sił bezwładności działających na ziarna podczas pracy stołu traktowana była bardzo powierzchownie [11]. Z analizy sił działających na ziarno przemieszczające się po stole wynika, że poza dokładnie opisanymi siłami pochodzącymi od strumienia spływającej wody [10,11], istotny wpływ na efekty wzbogacania mają wspomniane siły bezwładności. Wzrost przyspieszenia o wartości ujemnej powoduje podniesienie prędkości przemieszczania się materiału, podnosząc wydajność jednostkową urządzenia. Dodatkowo wzrost tego przyspieszenia powoduje wzrost różnicy prędkości transportowej ziarn lekkich i ciężkich, wyraźnie poprawiając efekt rozdziału, co wykazano podczas badań prowadzonych w Katedrze Maszyn Górniczych i Urządzeń Utylizacji Odpadów [3,7]. Podniesienie wartości tego przyspieszenia w typowych napędach jest możliwe przez podniesienie częstości drgań. Wiąże się to jednak z proporcjonalnym wzrostem przyspieszeń ujemnych i dodatnich. Podnosząc w ten sposób przyspieszenie ujemne, powodujące wzrost wydajności stołu i poprawę efektów rozdziału, zwiększa się jednocze-

śnie wartość przyspieszenia o wartości dodatniej, mającego negatywny wpływ na przebieg procesu rozdziału. Nadmierny wzrost wartości tego przyspieszenia powoduje bowiem wzrost siły bezwładności działającej na ziarna umożliwiając im cofanie się. Wartość dodatniego przyspieszenia powinna być więc na tyle mała, by nie powodować cofania się ziarn cięższych. Wnioski o pozytywnym wpływie wzrostu przyspieszenia o wartości ujemnej i negatywnych skutkach nadmiernego wzrostu wartości przyspieszenia w drugiej części cyklu drgań zostały potwierdzone eksperymentalnie podczas badań prowadzonych w laboratorium KMGiUO AGH [7]. Wyniki badań odnoszono do stosunku przyspieszeń S , który na nowym stole można zmieniać w szerokim zakresie [3,7].

W typowych stołach koncentracyjnych wartości możliwych do osiągnięcia stosunków przyspieszeń są niewielkie [1,2,3,5,6,7]. W tabeli 1 zestawiono maksymalne wartości stosunków przyspieszeń uzyskiwanych na typowych stołach koncentracyjnych [1,2,5,6].

Tabela 1
Zestawienie parametrów pracy typowych napędów stołów koncentracyjnych

Typ napędu	Częstość drgań	Skok	Maksymalny stosunek przyspieszeń S
<i>Wilfley</i>	200÷300 min ⁻¹	15÷30 mm	2.5
<i>Deister</i>			2.2
<i>SK-31</i>			1.8÷2.0 ¹⁾
<i>Concenco</i>			2.0

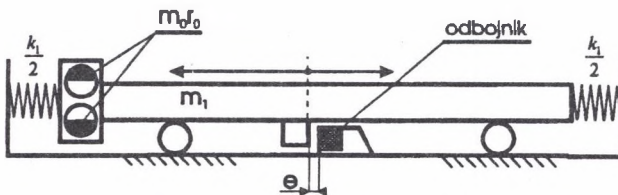
Widać, że najwyższe wartości stosunku przyspieszeń wśród typowych stołów osiąga stół z napędem Wilfleya. Produkowane i stosowane w Polsce stoły koncentracyjne typu SK-31 nie osiągają stosunku S wyższego od 1,8. Modernizacja napędu tych stołów przeprowadzona w KMGiUO wykazała, że wartość S można dla napędu SK-31 zwiększyć do 2, co jak wykazały badania, pozwala na poprawę efektów rozdziału.

W KMGiUO opracowano nowy typ stołu koncentracyjnego umożliwiającego osiągnięcie wysokich wartości stosunku przyspieszeń S (powyżej 5) [3,7]. Na stole tym prowadzono badania na materiale modelowym, uzyskując bardzo dobre efekty rozdziału i wysoką wartość wydajności jednostkowej. Wyniki badań porównano z efektami uzyskanymi na stole Wilfleya, wykazując, że na nowym typie stołu można osiągać znacznie wyższy wskaźnik uzysku i to przy podniesionej o kilkadziesiąt procent wydajności jednostkowej.

Postanowiono przeprowadzić badania możliwości wykorzystania nowego typu stołu do utylizacji odpadów górniczych. Do badań wybrano odpadowe muły węglowe po wzbogacalnikach zwojowych z KWK „Janina”, zawierające oprócz popiołu i pirytu ponad 50% węgla. Wyniki tych badań przedstawiono w prezentowanej pracy.

2. Nowy typ stołu koncentracyjnego z napędem bezwładnościowo-odbojnikowym

W KMGiUO AGH opracowany został nowy typ napędu wykorzystującego wibrator bezwładnościowy i asymetryczną charakterystykę sprężystości [3,7]. Schemat nowego typu stołu pokazano na rys.1. Rama stołu osadzona jest pomiędzy sprężynami stalowymi. Drgania wymuszane są na drodze siłowej, przez wibrator dwumasowy. Rama stołu połączona jest z odbojnicą, która w stanie spoczynku oddalona jest od odbojnika o rozmiar strefy nieczułości e . Podczas przemieszczania się masy drgającej w prawo, po uzyskaniu wychylenia większego od e , gwałtownie wzrasta sztywność układu. Powoduje to wzrost przyspieszeń a tym samym wzrost sił bezwładności działających na ziarna. Podczas wychylania się ramy w lewo, sprężystość układu jest liniowa i przyspieszenia ramy są znacznie niższe.

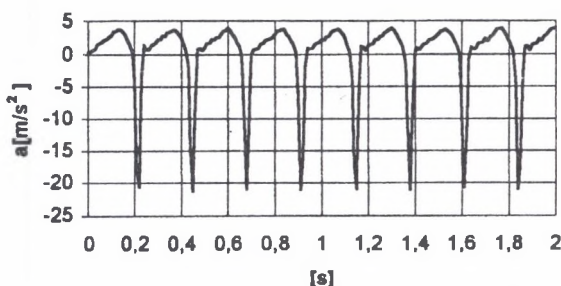


Rys.1. Schemat stołu z dwumasowym wibratorem bezwładnościowym i asymetryczną charakterystyką sprężystości

Fig.1. Scheme of a table with a two-mass inertia vibrator and an asymmetric elasticity characteristic

Stół pracuje z częstotścią zbliżoną do częstotści własnej układu bez odbojnika. Parametry napędu dobrane są tak, by częstotść ta odpowiadała częstotści drgań typowych stołów koncentracyjnych. Również skok osiągany przy zastosowaniu nowego typu napędu jest podobny do skoków stosowanych w klasycznych urządzeniach. Dzięki zastosowaniu odbojnika można uzyskiwać bardzo wysokie stosunki przyspieszeń S . Charakterystyki regulacyjne układu opracowane w KMGiUO wykazują również możliwość łatwej regulacji parametrów pracy napę-

du, w tym regulacji wartości stosunku S . Regulacja wartości ilorazu przyspieszeń S może się odbywać przez zmianę rozmiaru strefy nieczułości e lub zmianę częstości drgań układu ω . Przykładowy przebieg przyspieszeń stołu pokazanego na rysunku 1 przedstawiono na rys.2. W przedstawionym przykładzie uzyskany stosunek maksymalnych przyspieszeń przy ruchu w przeciwnych kierunkach osiągał wartość powyżej 5, co jest wartością ok. dwukrotnie wyższą od możliwej do osiągnięcia na stole Wilfleya. Po zamontowaniu na eksperymentalnym układzie napędowym niewielkiej płyty stołu (wymiaru 1000×400 mm) z kompletną instalacją wodną, stosunek ten nieco się obniżył, ciągle jednak zachowując wartości znacznie wyższe od osiąganych w typowych stołach koncentracyjnych. W zestawie służącym do badań wzbogacania na nowym stole koncentracyjnym wykorzystano płytę pozbawioną rowkowania, a więc szczególnie nadającą się do wzbogacania najdrobniejszych klas.



Rys.2. Przebieg przyspieszeń stołu koncentracyjnego z nowym typem napędu
Fig.2. Acceleration curve of a concentrating table driven by a new type drive

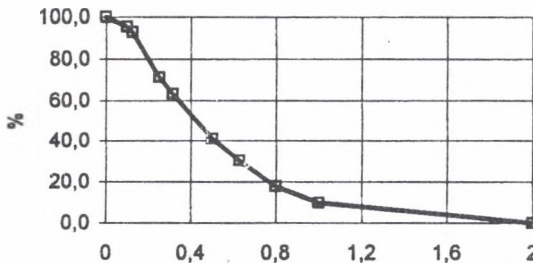
3. Charakterystyka materiału przeznaczony do badań

W badaniach wykorzystano odpady po wzbogacalnikach zwojowych pochodzące z KWK „Janina” zawierające ponad 50% węgla. Materiał przeznaczony do badań był mocno zawilgotniony. Przeprowadzenie analizy sitowej surowych odpadów wymagało wysuszenia ich w suszarce laboratoryjnej, w temperaturze ok.35°C. Wysuszone odpady cechowały się czarnym kolorem. Wyraźnie jednak można było w nich dostrzec ziarna jasne lub o barwie metalicznej.

Przygotowany w ten sposób materiał poddano serii analiz mających na celu wstępną ocenę jego przydatności do wzbogacania na stole koncentracyjnym. W celu określenia krzywej

składu ziarnowego przeprowadzono analizę sitową materiału przygotowanego do badań. Uśrednione wyniki analizy sitowej zestawiono na rys.3.

Z wykresu na rys.3 widać, że materiał zawiera ziarna o rozmiarze mniejszym niż 2 mm z przewagą klas o rozmiarze $>0,1$ mm i $<0,8$ mm. W pozostałych zakresach łączna ilość ziarn (wagowo) nie przekracza 25%. W zakresie wymiarowym ziarn możliwych do wzbogacania na stole koncentracijnym z gładką powierzchnią, tj. -1 mm leży ok.90% ziarn, a w zakresie węższej klasy $-0,5$ mm znajduje się ok.65% ziarn.



Rys.3. Wynik analizy sitowej materiału dostarczonego do badań
Fig.3. Result of material screen analysis on material provided for this analysis

Przed przeprowadzeniem badań ciężaru właściwego przeznaczony do badań materiał rozklasyfikowano na trzy klasy. Wydzielono ziarna w klasach: $-0,5$, $0,5\div 1$ i $+1$ mm. Dla każdej z klas wyznaczono gęstość. Wynik gęstości wydzielonych klas pokazano w tabeli 2.

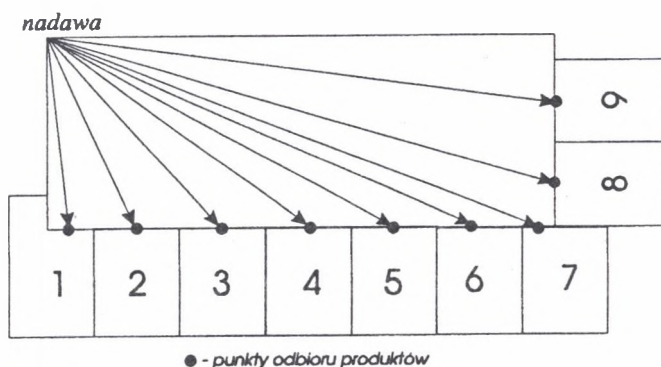
Tabela 2

Wyniki badań gęstości poszczególnych klas materiału przeznaczonego do badań

Frakcja <i>mm</i>	Gęstość średnia <i>g/cm³</i>
-0,5	1,65
0,5÷1	2,04
+1	2,41

4. Stanowisko badawcze i metodyka badań

Badania prowadzono na gładkiej płycie laboratoryjnego stołu koncentracyjnego o wymiarach 1000×400 mm, zamocowanej na nowym układzie napędowym stołu (rys.1). Po zamocowaniu płyty ustalono eksperymentalnie kąt nachylenia stołu i ilość podawanej wody dodatkowej. Wodę dodatkową podawano ze zbiornika o regulowanym wypływie. Aby zapewnić stały wypływ ze zbiornika, podłączono do niego zawór, który po przepełnieniu powodował przelewanie nadmiaru wody. Płyta została nachylona pod kątem $0,6^\circ$, a ilość wody dodatkowej podawanej na stół wynosiła $1,25 \text{ dm}^3/\text{min}$. Badania prowadzono wykorzystując odbojnik, uznany podczas wcześniejszych badań symulacyjnych i eksperymentalnych, wykonanych w KMGiUUO, za optymalny. Sztywność odbojnika wynosiła 230 kN/m . Przyjęto także, że badania przeprowadzone zostaną dla rozmiaru strefy nieczułości $e=4 \text{ mm}$. Parametrem zmieniającym podczas wykonywania poszczególnych prób rozdziału była częstość drgań. Ponieważ wcześniejsze analizy wykazały, że najlepsze efekty wzbogacania modelowego materiału uzyskać można w pobliżu optymalnej wartości stosunku przyspieszeń, zdecydowano się przyjąć przedział częstości od 20 do 30 rad/s. Badania prowadzono, podając na stół ok.100-gramowe próbki materiału określonej klasy ziarnowej i odbierając produkt wzbogacania do 9 pojemników (rys.4). Po wysuszeniu uzyskanych produktów w temperaturze pokojowej (ok. 18°C) określano ich masę i gęstość.



Rys.4. Schemat stanowiska do badań rozdziału na nowym stole koncentracyjnym
 Fig.4. Lay-out of a stand to research into material separation on the new type table

Badania prowadzono dla częstości zmienianej co 2 rad/s dla trzech klas materiału, tj. -0,5, 0,5÷1 i +1 mm. Materiał wraz z wodą był podawany w górnym rogu stołu. Wzdłuż dolnej oraz poprzecznej, przeciwległej do napędu, krawędzi stołu ulokowano pojemniki służące do odbioru produktów, tak jak to pokazano na rys.4.

6. Wyniki badań

Wyniki serii badań przeprowadzonych dla klasy <0,5 mm przedstawiono w tabelach 3÷7.

Tabela 3

Wyniki badań rozdziału klasy
-0,5 mm dla częstości drgań $\omega=20$ rad/s

Numer poj.	Masa zgromadzona [g]	Gęstość produktu ρ [g/cm ³]	Udział masy γ [%]	Wychód $\Sigma\gamma$ [%]
1	2,2	1,41	2,41	2,41
2	8,25	1,44	9,04	11,44
3	21,07	1,47	23,08	34,52
4	26,16	1,50	28,65	63,17
5	8,06	2,02	8,83	72,00
6	5,31	2,29	5,82	77,81
7	3,11	2,41	3,41	81,22
8	13,32	2,57	14,59	95,81
9	3,83	2,92	4,19	100,00

Tabela 4

Wyniki badań rozdziału klasy
-0,5 mm dla częstości drgań $\omega=22$ rad/s

Numer poj.	Masa zgromadzona [g]	Gęstość produktu ρ [g/cm ³]	Udział masy γ [%]	Wychód $\Sigma\gamma$ [%]
1	0,52	1,30	0,53	0,53
2	13,3	1,37	13,54	14,07
3	17,96	1,49	18,28	32,35
4	13,32	1,65	13,56	45,91
5	13,56	1,88	13,80	59,72
6	6,52	2,00	6,64	66,35
7	3,58	2,16	3,64	70,00
8	27,69	3,13	28,19	98,19
9	1,78	3,63	1,81	100,00

Tabela 5

Wyniki badań rozdziału klasy
-0,5 mm dla częstości drgań $\omega=24$ rad/s

Numer poj.	Masa zgromadzona [g]	Gęstość produktu ρ [g/cm ³]	Udział masy γ [%]	Wychód $\Sigma\gamma$ [%]
1	0,06	0,00	0,06	0,06
2	7,3	1,37	7,83	7,89
3	40,37	1,44	43,29	51,18
4	16,98	1,68	18,21	69,39
5	9,49	2,03	10,18	79,57
6	4,49	2,37	4,82	84,39
7	2,77	2,58	2,97	87,36
8	11,16	3,01	11,97	99,32
9	0,63	3,32	0,68	100,00

Tabela 6

Wyniki badań rozdziału klasy
-0,5 mm dla częstości drgań $\omega=26$ rad/s

Numer poj.	Masa zgromadzona [g]	Gęstość produktu ρ [g/cm ³]	Udział masy γ [%]	Wychód $\Sigma\gamma$ [%]
1	0,59	1,40	0,66	0,66
2	18,23	1,48	20,43	21,10
3	38,51	1,58	43,17	64,26
4	13,52	1,81	15,16	79,42
5	7,28	2,22	8,16	87,58
6	5,56	2,47	6,23	93,81
7	2,38	2,70	2,67	96,48
8	3,1	3,33	3,52	100,00
9	0,04	0,00	0,00	100,00

Dla częstotliwości 20 rad/s proces wzbogacania materiału przebiegał niezbyt korzystnie. Łatwo zauważyć, że nie uzyskano materiału o gęstości wyższej od 3 g/cm^3 . Stwierdzić można, że stosunek przyspieszeń w tym przypadku był zbyt mały, by wywołać wyraźne zagęszczenie nadawy. Dla częstotliwości 22 rad/s nastąpił wyraźny wzrost udziału w produkcie cięższych ziarn. Widać na przykład, że ilość frakcji o gęstości wyższej od 3 g/cm^3 wynosi ok.30%, podczas gdy w poprzednim przypadku nie uzyskano w ogóle materiału o tak wysokiej gęstości. Dla kolejnych częstotliwości 24, 26 i 28 rad/s uzyskano gorsze wyniki. Przedstawione wyniki pokazują

Tabela 7

Wyniki badań rozdziału klasy
-0,5 mm dla częstotliwości drgań $\omega = 28 \text{ rad/s}$

Numer poj.	Masa zgromadzona [g]	Gęstość produktu $\rho [\text{g/cm}^3]$	Udział masy $\gamma [\%]$	Wychód $\Sigma\gamma [\%]$
1	0,73	1,38	0,81	0,81
2	14,3	1,43	15,96	16,77
3	47,05	1,52	52,51	69,28
4	12,4	1,92	13,84	83,12
5	4,22	2,29	4,71	87,83
6	4,22	2,52	4,71	92,53
7	2,56	2,59	2,86	95,39
8	4,06	3,27	4,61	100,00
9	0,07	3,50	0,00	100,00

pośrednio wpływ wartości stosunku przyspieszeń przy ruchu w przeciwnych kierunkach oraz wpływ wartości przyspieszenia przy ruchu wstecz na efekty rozdziału. Przy częstotliwości 20 rad/s stosunek przyspieszeń jest zbyt niski, by możliwe było uzyskanie optymalnego efektu wzbogacania. Dla częstotliwości wyższych od 22 rad/s pogorszenie wyników rozdziału jest związane z nadmiernym wzrostem przyspieszenia przy ruchu wstecz, powodującym cofanie się

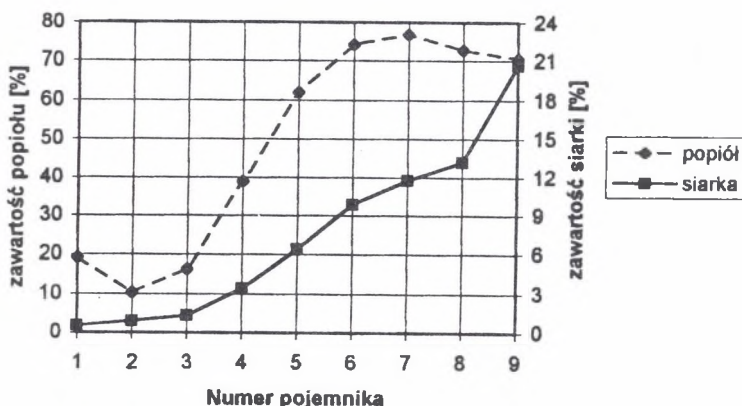
ziarn. Można więc przyjąć, że dla -0,5 mm optymalną częstotliwością drgań nowego typu stołu koncentracijnego, pracującego przy rozmiarze strefy nieczułości $e=4 \text{ mm}$, jest $\omega=22 \text{ rad/s}$. Identyczne badania przeprowadzono dla nadawy o zakresie wymiarowym ziarn $0,5+1 \text{ mm}$. Również dla tej klasy wzbogacanego materiału odnotowano wyraźne optimum efektów wzbogacania. Dodatkowo przeprowadzono badania wzbogacania klasy +1mm, uzyskując podobne jak poprzednio rezultaty.

W tabeli 8 pokazano zestawienie wyników uzyskanych podczas badań wzbogacania na stole koncentracyjnym trzech wydzielonych wcześniej klas. Wyraźnie widać, że przy częstotliwości 22 rad/s, dla wszystkich klas, uzyskano optimum zawartości materiału o gęstości $\rho > 3 \text{ g/cm}^3$. W każdym z badanych przypadków ilość tego produktu wyniosła $\geq 30\%$. Wyraźnie widać też, że przekraczanie optymalnej wartości częstotliwości drgań (22 rad/s) najbardziej obniżało efekt wzbogacania dla klasy -0,5 mm. Klasą „najmniej czułą” na przekroczenie optimum częstotściowego była klasa +1 mm.

Tabela 8
Procentowa zawartość w produkcie materiału
o gęstości wyższej niż 3 g/cm³

Częstość drgań [rad/s]	Klasa ziarnowa [mm]		
	-0.5	0.5-1	+1
20	0%	17%	0%
22	31%	30,5%	35%
24	13%	14%	28%
26	5%	8%	27%
28	5%	5%	17%

Ponieważ wyniki badań wskazywały na wzrost gęstości materiału w poszczególnych pojemnikach odbierających, postanowiono przeprowadzić przy współpracy KWK „Janina” analizę składu produktów wzbogacania. Badania przeprowadzone w laboratorium KWK „Janina” wykazały, że zawartość siarki w materiale podawanym na stół koncentracyjny wynosiła 6,88% a zawartość popiołu 47,9%.



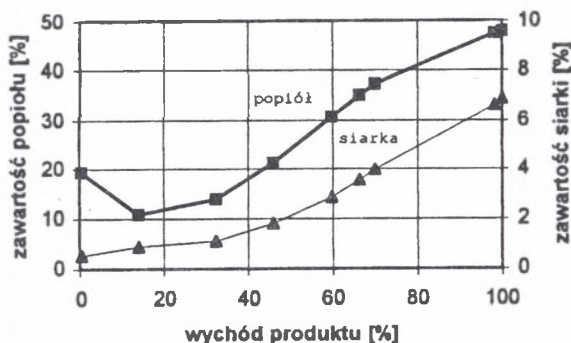
Rys.5. Zawartość popiołu i siarki w materiale z poszczególnych pojemników
Fig.5. Ash and sulphur content in material from individual containers

Zawartość popiołu i siarki po przeprowadzeniu wzbogacania, w poszczególnych pojemnikach pokazano na rysunku 5. W pojemnikach 1÷3 zawartość siarki nie przekraczała 1,3%, a w pojemnikach 7÷9 znacznie przekraczała 11%, osiągając w ostatnim pojemniku 20,7%. Podobnie w kolejnych pojemnikach odbierających produkt wzrastała zawartość popiołu (rys.5).

W celu przeprowadzenia ostatecznej oceny możliwości odzyskania węgla z odpadowych mułów węglowych na nowym stole koncentracyjnym, opracowano przebieg zależności zawartości siarki i popiołu od wychodu produktu. Przebieg ten przedstawiono na rysunku 6.

Opracowano go wykorzystując analizy przedstawione w tabelach 3÷7 oraz wyniki analizy składu produktów wzbogacania (rys.5). Wykres na rysunku 6 pokazuje zależność zawartości siarki i popiołu w zależności od wychodu produktu, czyli od punktu ustawienia miejsca rozdzielania produktu i odpadów. Wykres przedstawiony na rysunku sporządzono bilansując zawartość siarki i popiołu w pojemnikach znajdujących się po stronie produktu.

Przedstawione analizy wykazują, że w wyniku zastosowania stołu koncentracyjnego z napędem nowego typu można uzyskać bardzo dobre efekty wzbogacania. W zależności od wymogów, osiągać można mniejszy wychód materiału o minimalnej zawartości siarki i popiołu lub większy wychód produktu o gorszych parametrach. Z rysunku wynika, że zastosowanie stołu pozwoliło na osiągnięcie np. ok.50% wychodu materiału o zawartości siarki ok. 2% i ok.23% popiołu. Poprzez zmianę punktu odbioru koncentratu, a więc w praktyce poprzez przestawienie przegrody w rynnę odbierającej produkt, można uzyskać ponad 20% materiału o zawartości siarki poniżej 1% i zawartości popiołu poniżej 12%.



Rys.6. Zawartość popiołu i siarki w zależności od wychodu produktu
Fig.6. Ash and sulphur content depending on the material flow-off

W wyniku przeprowadzonych badań wykazano, że istnieje realna możliwość odzyskania znacznej ilości węgla z odpadów. Przedstawione wyniki uzyskano na urządzeniu laboratoryjnym o niewielkich rozmiarach. Efekty wzbogacania węgla na jednostce przemysłowej powinny być znacznie lepsze.

7. Podsumowanie

W wyniku przeprowadzonych badań wzbogacania odpadowego mułu węglowego na nowym stole koncentracyjnym określono najkorzystniejsze parametry pracy stołu umożliwiające osiągnięcie najlepszych efektów rozdziału. Jak wynika z przedstawionego wykresu (rys.6), obrazującego zawartość popiołu i siarki w produkcie, istnieje realna możliwość odzyskania, z odpadów po spiralach, około 30÷50% mułu węglowego, w zależności od wymogów dotyczących jakości produktu. Należy tu podkreślić, że badania przeprowadzono na stole laboratoryjnym o niewielkich rozmiarach. Na stole o typowych wymiarach efekt wzbogacania mułu powinien być znacznie lepszy. Przeprowadzone badania należy traktować jako rozpoznawcze. Ich efekty wskazują kierunek dalszych prac i uzasadniają celowość podjęcia szerszych badań w tym zakresie.

LITERATURA

1. Banaszewski T.: Maksymalna asymetria przyspieszeń stołu koncentracyjnego z wibratorem bezwładnościowym podwójnie dwumasowym. *Mechanika, Kwartalnik AGH*, z. 4, t.16, Kraków 1997.
2. Banaszewski T., Filipowicz A.: Kinematyka stołu koncentracyjnego typu SK-31. *Przegląd Górniczy* nr 2, Katowice 1992.
3. Banaszewski T., Filipowicz A.: Przyczyny słabego rozpowszechnienia stołów koncentracyjnych w przemyśle krajowym. z. 21, nr 779, Łódź 1997.
4. Blaschke W., Mokrzycki E., Shan Z.: *Ekonomika przeróbki węgla kamiennego. XII Międzynarodowy kongres przeróbki węgla*, t. 5, Kraków 1994.
5. Filipowicz A.: Kinematyka stołu koncentracyjnego z napędem Wilfleya. *Mechanika, Kwartalnik AGH*, t. 11, z.1, 1992.
6. Filipowicz A.: Mechanizm napędowy stołów koncentracyjnych typu Deister. *Mechanika, Kwartalnik AGH*, t. 15, z. 3, 1996.
7. Filipowicz A.: *Analiza drgań stołu koncentracyjnego z napędem bezwładnościowym. Praca doktorska*, AGH, Kraków 1997.

8. Heintegs S.: Einsatz von Schwingherden zur Aufbereitung von Feinstkohle. Bergbau nr 6, 1982.
9. Łuszczkiewicz A., Kaczmarek B.: Ocena możliwości wydzielania minerałów ciężkich z piasków szklarskich z rejonu Białej Góry. Fizykochemiczne Problemy Mineralurgii, nr 25, 1992.
10. Tiernon C.H.: Concentrating tables for fine coal cleaning. Mining Engineering, London 1980.
11. Weiss N.L. Mineral processing handbook. Society of Mining Engineers of the American Institute of Mining and Petroleum Engineers, Inc. New York, 1985.

Praca powstała w wyniku realizacji projektu badawczego nr 7 S101 013 06 finansowanego przez Komitet Badań Naukowych w latach 1994÷96.

Abstract

A concentrating table is one of the oldest and most effective concentrator, widely used in a gold and silver cleaning process or for enriching of coal, non-ferrous metal ores or glass-making sand. The vibrations of a concentrating table, which is normally used in industry, are most often induced and generated in a kinematic way and the parameters of inertia vibrations in use are similar to parameters characteristic of standard designs.

The so far used designs of concentrating tables do not enable to achieve a maximal ratio of plate acceleration during reciprocating motions (acceleration difference directions).

At the Department of Mining Machines and Devices for Utilisation of Wastes a new type of an inertial drive for a concentrating table was developed. This drive has a non-linear elasticity characteristic, thanks to which during reciprocating motions high acceleration ratios can be achieved.

Preliminary tests of material segregation in which some standard materials were used, showed that with this kind of concentrating table far better enrichment results, characterised by higher material yield and greater throuput of this new table, as opposed to conventional design, are possible.

A research on a new type of concentrating table as carried out in order to find out most useful working parameters an exact research and testing of enriching waste coal dust were conducted. The findings of this research demonstrate that it is possible to retrieve a high percentage of coal having a sulphur and ash contents, close to those of a market product.